

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

TRANSLATION

JAPAN PATENT OFFICE

OFFICIAL GAZETTE FOR UNEXAMINED PATENTS

Kokai Patent No. Hei 3(1991)-239353

Publication Date: October 24, 1991

International Class<sup>5</sup>:  
H 01 L 23/50

Identification Symbols:  
V  
D

Intraoffice No.:  
9054-5F  
9054-5F

Request for Examination: Not Requested

Number of Claims: 4

(Total of 4 Pages)

COPPER LEAD FRAME FOR SEMICONDUCTOR DEVICES

Application No. Hei 2(1990)-33938

Application Date: February 16, 1990

Inventors: Masaaki Sawabara  
Furukawa Electric Co., Ltd., 6-1, Marunouchi 2 chome,  
Chiyoda-ku, Tokyo-to

Tetsu Tanigawa  
Furukawa Electric Co., Ltd., 6-1, Marunouchi 2 chome,  
Chiyoda-ku, Tokyo-to

Applicant: Furukawa Electric Co., Ltd.  
6-1, Marunouchi 2 chome, Chiyoda-ku, Tokyo-to

Agent: Patent Attorney Masatoshi Sato

## **Specification**

### **1. Title of Invention**

COPPER LEAD FRAME FOR SEMICONDUCTOR DEVICES

### **2. Scope of Patent Claim**

(1) A Cu lead frame for semiconductor devices which is characterized by the fact that in a lead form with an outer lead part that has been pre-solder plated, a die bond part and an inner lead part,

there is a layer containing Zn in at least the outermost layer of the lead form joined with the solder plating.

(2) The Cu lead frame for semiconductor devices in item 1, which is characterized by the fact that the aforementioned lead frame material contains 5 wt% or more of Zn.

(3) The Cu lead frame for semiconductor devices in items 1 and 2, which is characterized by the fact that there is a Zn plating layer with a thickness of 0.5 to 5  $\mu\text{m}$  at the outermost layer of the lead frame joined with the aforementioned solder plating.

(4) The Cu lead frame for semiconductor devices in items 1 and 2, which is characterized by the fact that there is a brass plating layer with a thickness of 0.5 to 5  $\mu\text{m}$  at the outermost layer of the lead frame joined with the aforementioned solder plating.

### **3. Detailed Explanation of Invention**

#### **[Industrial Field of Application]**

This invention pertains to a Cu lead frame for semiconductor devices and particularly to a lead form with an outer lead part that has been pre-solder plated.

#### **[Conventional Technology] [Prior Art]**

In general, after plating the die bond part and inner lead part of the lead frame with Au, Ag, etc., die bonding, wire bonding, and resin molding are performed, the outer lead part is solder plated, and then lead bending is performed for the production of semiconductor devices, such as ICs, Trs, etc. This production includes a process of wet plating after the semiconductor device has been assembled, which poses problems during assembly processes.

The method whereby a lead frame where the outer lead has been pre-solder plated (pre-plated frame, referred to below as PPF) is used has been proposed and is being used for practical purposes as a method for solving these problems.

#### **[Problems to be Solved by Invention]**

Nevertheless, there is a problem with this PPF in that a diffusion reaction occurs between the Cu in the lead frame material due to the heat that is generated during die bonding, wire bonding, and resin molding, and as a result, a diffusion layer is formed. Therefore, there is a marked reduction in solder wettability of the outer lead during substrate packaging. Moreover, cracks are produced in the solder plating surface during bending of the outer lead. This results in a reduced reliability.

As a result of performing intense studies, the inventors developed a PPF with which a diffusion reaction between the Cu and Sn is prevented and therefore, there is no deterioration of solder wettability of the outer lead during packaging and cracks are not produced during bending.

[Means for solving problems]

The Cu lead frame for semiconductor devices pertaining to the first invention is a lead frame where in a lead form with an outer lead part that has been pre-solder plated, a die bond part, and an inner lead part, there is a layer containing Zn in at least the outermost layer of the lead frame joined with the solder plating.

Actually, it is preferred that the aforementioned lead frame material contain 5 wt% or more of Zn.

Moreover, it is preferred that there be a Zn plating layer with a thickness of 0.5 to 5  $\mu\text{m}$  at the outermost layer of the lead frame joined with the aforementioned solder plating.

Furthermore, it is preferred that there be a brass plating layer with a thickness of 0.5 to 5  $\mu\text{m}$  at the outermost layer of the lead frame joined with the aforementioned solder plating.

That is, this invention presents a Cu lead frame for semiconductor devices where there is a layer containing Zn in at least the outermost layer of the lead frame joined with the solder plating.

[Effects]

It is a known fact that when Zn is present in the diffusion reaction between Cu and Sn, there is a marked reduction in the rate of diffusion. By means of this invention, the outermost layer of the lead frame part joined with the solder

plating contains Zn and therefore, a reduction in the diffusion rate between the Cu in the frame and the Sn in the solder and the formation of a diffusion layer between the Cu and Sn are prevented. Consequently, a reduction in solder wettability is prevented, cracking during bending is avoided, and reliability is improved.

Furthermore, actual examples are lead frames that use lead frames containing Zn and lead frames plated with plating containing Zn at the lead frame surface prior to solder plating.

When materials containing Zn are used, this content is 5 wt% or more. 9/1 red brass, 8/2 red brass, 7/3 yellow brass, etc., are preferred. The content is 5 wt% or more because Zn has no effect in terms of preventing diffusion when the content is less than 5 wt%.

Moreover, Zn plating and brass plating can be used for the plating containing Zn. 0.5 to 5  $\mu\text{m}$  is the preferred plating thickness. When it is less than 0.5  $\mu\text{m}$ , the effects of Zn are not realized, and a thickness of more than 5  $\mu\text{m}$  is not desirable in terms of cost.

Furthermore, although the aforementioned two platings are used alone, of course, a combination of the two can be used.

#### [Examples]

This invention will now be explained in further detail with examples.

#### (Example A)

Lead frames with various Zn concentrations (thickness of 0.25 mm, 14 pin, DIP type) were made and then solder plated to a thickness of 5  $\mu\text{m}$  with Sn-10% Pb in the solder plating baths listed below. The sample was heated for a specific amount of time in a 150°C air current and then soldering wettability was

evaluated using a rosin flux of weak activity in accordance with condition B of JIS C 5033.

The results are listed in Table 1. Moreover, in the evaluations, ratings were made in 3 steps using the solder wetted surface area. That is, O is 100%, Δ is 95% or higher, and X is less than 95%.

#### Solder plating baths

45% Sn(BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	200 g/l
45% Pb(BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	40 g/l
42% HBF <sub>4</sub>	240 g/l
Formalin	10 cc/l
Additive (UTB made by Ishihara Seiyaku)	40 g/l
Bath temperature	20°C
Current density	5A/dm <sup>2</sup>

Table 1.

No.	Zn content (%)	Heating time				
		1	10	50	100	300
Examples						
1	5.6	O	O	O	O	O
2	6.1	O	O	O	O	O
3	12.1	O	O	O	O	O
4	21.8	O	O	O	O	O
5	30.5	O	O	O	O	O
6	36.4	O	O	O	O	O
Comparative examples						
1	0	O	Δ	X	X	X
2	0.3	O	Δ	X	X	X
3	1.6	O	Δ	Δ	X	X
4	3.8	O	O	Δ	Δ	X
5	4.2	O	O	O	Δ	X

## (Example B)

Brass plating (and Zn plating) at the various Zn concentrations shown in Table 2 was performed on a lead frame made of copper alloy with the composition Cu-2% Sn-0.2% Ni (0.25 mm thick, 14 pin, DIP type). Then the lead frames were solder plated as in Example A to obtain evaluation samples. The samples were submitted to soldering and heating tests as in Example A and solder wettability was similarly evaluated.

Znメッキa.	Zn(CN) <sub>2</sub> : 60g/l NaCN : 12g/l NaOH : 80g/l 30℃ 1.3A/dm <sup>2</sup>
Cu-10Znメッキa.	CuCN : 30g/l Zn(CN) <sub>2</sub> : 2g/l NaCN : 40g/l b. 0.7g/l 40℃ 0.4A/dm <sup>2</sup>
Cu-30Znメッキa.	CuCN : 52g/l Zn(CN) <sub>2</sub> : 0.7g/l NaCN : 10g/l Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : 30g/l 25%NaOH : 70g/l b. 0.7g/l 50℃ 0.4A/dm <sup>2</sup>

Key:

a. plating

b. potassium sodium tartrate



Table 2.

No.	Zn content (%)	Plating thickness (μ)	Heating time (Hr)				
			1	10	50	100	300
Example							
7	10.5	0.65	O	O	O	O	O
8	10.5	1.3	O	O	O	O	O
9	10.5	3.7	O	O	O	O	O
10	10.5	4.5	O	O	O	O	O
11	29.7	0.53	O	O	O	O	O
12	29.7	1.8	O	O	O	O	O
13	29.7	3.5	O	O	O	O	O
14	29.7	4.6	O	O	O	O	O
15	100	0.61	O	O	O	O	O
16	100	1.1	O	O	O	O	O
17	100	3.3	O	O	O	O	O
18	100	4.6	O	O	O	O	O
Comparative examples							
6	0	0	O	Δ	X	X	X
7	10.5	0.11	O	Δ	X	X	X
8	10.5	0.38	O	Δ	Δ	X	X
9	29.7	0.25	O	Δ	X	X	X
10	29.7	0.42	O	O	Δ	Δ	X
11	100	0.16	O	Δ	X	X	X
12	100	0.44	O	O	O	X	X

In Examples 15 through 18 and Comparative Examples 11 and 12, Zn plating was not performed, while in Comparative Example 6, brass plating was not performed.

As is clear from Tables 1 and 2, the examples [of the invention] (Examples No. 1 through No. 18) showed good solder wettability. When compared to these examples, there was very fast deterioration of solder wettability in the sample that did not contain Zn (Comparative Example No. 1) and the sample that was not brass plated (Comparative Example No. 6). Moreover, the deterioration of solder wettability occurred rapidly in the samples containing less than 5% Zn (Comparative Examples No. 2 through 5) and in the

samples with a thin brass plating thickness (Comparative Examples No. 7 through 12).

(Example C)

Bending of the lead to a bend radius of 0.5 mm was performed on typical samples from Examples A and B (heat treated for 100 hours each).

The results are listed in Table 3.

Table 3.

No.	Presence of cracks
Examples	
3	No
5	No
9	No
12	No
18	No
Comparative Examples	
1	Yes
4	Yes
8	Yes
10	Yes
12	Wrinkles

As is clear from Table 3, in contrast to the fact that there was no cracking of the samples of this invention, all of the comparative examples showed crack formation.

As previously mentioned, since a layer containing Zn is present in at least the outermost layer of the lead frame joined with the solder plating, there is no reduction in solder wettability of the outer lead part of PPFs and cracking does not occur during bending. Thus, production of semiconductor devices is facilitated and the reliability of the semiconductor is improved.

### [Results of Invention]

As previously explained, the outermost layer of the lead frame part joined with the solder plating contains Zn and since a lead frame material containing Zn is used and the surface of the lead frame is plated with a plating containing Zn prior to solder plating, the formation of a diffusion layer between the Cu and Sn is prevented. Therefore, a reduction in solder wettability is prevented, there is no reduction in solder wettability, and cracking does not occur during bending. This has marked industrial effects in that it facilitates semiconductor device production and improves the reliability of the semiconductor.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報(A)

平3-239353

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)10月24日

H 01 L 23/50

V  
D9054-5F  
9054-5F

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全4頁)

⑮ 発明の名称 半導体装置用Cu系リードフレーム

⑯ 特 願 平2-33938

⑰ 出 願 平2(1990)2月16日

⑱ 発 明 者 栗 原 正 明 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

⑲ 発 明 者 谷 川 徹 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

⑳ 出 願 人 古河電気工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 佐藤 正年

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体装置用Cu系リードフレーム

## 2. 特許請求の範囲

(1) 予じめ半田メッキを施したアウターリード部と、ダイボンド部及びインナーリード部を有するリードフレームにおいて、

少なくとも半田メッキと接するリードフレームの最表層にZnを含有する層が存在することを特徴とする半導体装置用Cu系リードフレーム。

(2) 前記リードフレーム素材が5wt%以上のZnを含有することを特徴とする請求項1に記載の半導体装置用Cu系リードフレーム。

(3) 前記半田メッキと接するリードフレームの最表層に、0.5～5μm厚さのZnメッキ層を備えたことを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体装置用Cu系リードフレーム。

(4) 前記半田メッキと接するリードフレームの最表層に、0.5～5μm厚さの黄銅メッキ層を備え

たことを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体装置用Cu系リードフレーム。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は、Cu系の半導体装置用リードフレームに関するもので、特に予じめ半田メッキを施したアウターリード部を有するリードフレームに関するものである。

## 〔従来の技術〕

一般に、ICやTr等の半導体装置の製造工程では、リードフレームのダイボンド部、インナーリード部にAuメッキやAgメッキ等を施した後に、ダイボンド、ワイヤボンド、樹脂モールドを行い、アウターリード部に半田メッキを施した後に、リード曲げ加工を行っていた。この工程では、半導体装置を組み立てた後に湿式メッキ工程が入るので、組立工程上のネックとなっていた。

これを避けるために予じめアウターリード部に

半田メッキを施したリードフレーム(Pre-Plated Frame:以下、PPFと略す)を用いることが提案され、一部実用化されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながらPPFでは、ダイボンド、ワイヤボンド、樹脂モールド工程で受ける熱の影響により、リードフレーム素材のCuと半田メッキ中のSnとが拡散反応を起し拡散層を形成してしまうという問題がある。このため、基板実装時のアウターリードの半田濡れ性が著しく低下するだけでなく、アウターリードの曲げ加工時に半田メッキの表面にクラックが生じ、信頼性を低下させる原因となっている。

本発明者らはこれに鑑み鋭意検討の結果、CuとSnの拡散反応を抑制し、実装時のアウターリードの半田濡れ性の劣化や、曲げ加工時のクラックの発生を起こさないPPFを開発したものである。

3

〔作用〕

CuとSnとの拡散対においてZnの存在は、拡散速度を極端に低下させることが知られている。本発明では半田メッキと接するリードフレーム部分の最表層が、Znを含有したものであるため、フレーム中のCuと半田中のSnとの拡散速度を低下させて、CuとSnとの拡散層の形成を阻害する。このため、半田濡れ性の低下を防止し、曲げ加工時のクラック形成を阻害して、信頼性を向上させるものである。

更に、その具体的なものとして、Znを含有したリードフレーム素材を用いたものと、半田メッキ前のリードフレーム表面にZnを含有したメッキを施したものとがある。

Znを含有した素材を用いる場合には、その含有量は5wt%以上が望ましく9/1丹銅、8/2丹銅、7/3黄銅等の利用が考えられる。含有量を5wt%以上と限定したのは、5wt%未満では拡散抑制のためのZnの効果が見られないためである。

〔課題を解決するための手段〕

本第1発明に係る半導体装置用Cu系リードフレームでは、予じめ半田メッキを施したアウターリード部と、ダイボンド部及びインナーリード部を有するリードフレームにおいて、

少なくとも半田メッキと接するリードフレームの最表層にZnを含有する層が存在するものである。

具体的には好ましくは、前記リードフレーム素材が5wt%以上のZnを含有するものである。

また、好ましくは、前記半田メッキと接するリードフレームの最表層に、0.5～5μm厚さのZnメッキ層を備えたものである。

更に、好ましくは、前記半田メッキと接するリードフレームの最表層に、0.5～5μm厚さの黄銅メッキ層を備えたものである。

即ち、少なくとも半田メッキと接するリードフレームの最表層にZnを含有する層が存在する半導体装置用Cu系リードフレームを提供するものである。

4

また、Znを含有したメッキを施す場合には、Znメッキや黄銅メッキが利用できる。そのメッキ厚としては、0.5～5μmが望ましい。これは0.5μm未満ではZnの効果が認められず、5μm以上ではコスト的に不利になるためである。

尚、前記2つのものは単独で用いるが、無論、両者のものを組合せて利用してもかまわない。

〔実施例〕

以下、本発明を実施例に基づき詳細に説明する。

(実施例A)

Znの濃度を種々に変えたリードフレーム(0.25mm厚、14pin、DIPタイプ)を作成し、これに下記に示す半田メッキ浴を用いてSn-10%Pb半田を5μmの厚さにメッキした。このサンプルを150℃のエアバス中で所定時間加熱した後、JIS C 5033の条件Bで弱活性ロジンフラックスを用いて半田濡れ性を評価した。

その結果を次の第1表に示す。なお、評価には

半田濡れ面積を用いて3段階の評価を行なった。  
即ち、100%を○、95%以上を△、95%未満を×とした。

半田メッキ浴		
45%Sn(BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	200g/l	
45%Pb(BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	40g/l	
42%HF <sub>4</sub>	240g/l	
ホルマリン	10cc/l	
添加剤(石原薬品製UTB)	40g/l	
浴温	20℃	
電流密度	5A/dm <sup>2</sup>	

第1表

	No	Zn含有量 (%)	加熱時間(Hr)				
			1	10	50	100	300
実施例	1	5.6	○	○	○	○	○
	2	6.1	○	○	○	○	○
	3	12.1	○	○	○	○	○
	4	21.8	○	○	○	○	○
	5	30.5	○	○	○	○	○
	6	36.4	○	○	○	○	○
比較例	1	0	○	△	×	×	×
	2	0.3	○	△	×	×	×
	3	1.6	○	△	△	×	×
	4	3.8	○	○	△	△	×
	5	4.2	○	○	○	△	×

7

第2表

	No	Zn含有量 (%)	メッキ厚 (μ)	加熱時間(Hr)				
				1	10	50	100	300
実施例	7	10.5	0.65	○	○	○	○	○
	8	10.5	1.3	○	○	○	○	○
	9	10.5	3.7	○	○	○	○	○
	10	10.5	4.5	○	○	○	○	○
	11	29.7	0.53	○	○	○	○	○
	12	29.7	1.8	○	○	○	○	○
	13	29.7	3.5	○	○	○	○	○
	14	29.7	4.6	○	○	○	○	○
	15	100	0.61	○	○	○	○	○
	16	100	1.1	○	○	○	○	○
比較例	17	100	3.3	○	○	○	○	○
	18	100	4.6	○	○	○	○	○
	6	0	0	○	△	×	×	×
	7	10.5	0.11	○	△	×	×	×
	8	10.5	0.38	○	△	△	×	×
	9	29.7	0.25	○	△	×	×	×
比較例	10	29.7	0.42	○	○	△	△	×
	11	100	0.16	○	△	×	×	×
	12	100	0.44	○	○	○	×	×

尚、実施例15~18、比較例11~12はZnメッキ、  
比較例6は黄銅メッキ処理無し

(実施例B)

Cu-2%Sn-0.2%Niの組成を有する銅合金を素材としたリードフレーム(0.25mm厚、14pin、D1Pタイプ)に、下記の第2表に示す種々のZn濃度の黄銅メッキ(及びZnメッキ)を施した。その後、実施例Aと同じ半田メッキを施した評価サンプルとした。このサンプルを、実施例Aと同様の半田付け及び加熱試験を行い、同様に半田濡れ性を評価した。

Znメッキ

Zn(CN)<sub>2</sub>: 60g/l  
NaCN: 42g/l  
NaOH: 80g/l  
30℃, 3A/dm<sup>2</sup>

Cu-10Znメッキ

CuCN: 30g/l  
Zn(CN)<sub>2</sub>: 2g/l  
NaCN: 49g/l  
ロッシェル塩: 15g/l  
40℃, 0.4A/dm<sup>2</sup>

Cu-30Znメッキ

CuCN: 52g/l  
Zn(CN)<sub>2</sub>: 27g/l  
NaCN: 90g/l  
Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: 30g/l  
28%NaOH: 7cc/l  
ロッシェル塩: 45g/l  
50℃, 2A/dm<sup>2</sup>

8

第1表及び第2表から明らかなように、実施例(実施例No.1~No.18)は何れも良好な半田濡れ性を有することが判った。実施例と比較して、素材にZnを含有しないサンプル(比較例No.1)や、黄銅メッキを施さないサンプル(比較例No.6)では、半田濡れ性の劣化が著しく速いことが判った。また、素材のZn含有量が5%未満のサンプル(比較例No.2~5)や黄銅メッキ厚が薄いサンプル(比較例No.7~12)でも、半田濡れ性の劣化が速いことが判った。

(実施例C)

実施例A及び実施例Bの代表サンプル(各100Hr加熱処理品)について、曲げ半径0.5mmのリード曲げ加工を行った。

結果を次の第3表に示す。

(以下、余白)

第 3 表

	No	クラック発生の有無
実施例	3	無
	5	無
	9	無
	12	無
	18	無
比較例	1	有
	4	有
	8	有
	10	有
	12	シワ

第 3 表から明らかなように、本発明のサンプルにはクラックが発生していないのに対して、比較例ではすべてクラックが発生していることが判った。

以上のように、少なくとも半田メッキと接するリードフレームの最表層に Zn を含有する層を有したため、PPF においてもアウターリード部の半田濡れ性を低下させず、また、曲げ加工時のクラックの発生が無いばかりか、半導体装置の製造を容易にし、半導体の信頼性を向上することができると判明した。

## 〔発明の効果〕

以上説明した通り、半田メッキと接するリードフレーム部分の最表層が、Zn を含有したものであり、具体的に、Zn を含有したリードフレーム素材を用いたものと、半田メッキ前のリードフレーム表面に Zn を含有したメッキを施したものであるため、フレーム中の Cu と半田中の Sn との拡散速度を低下させて、Cu と Sn との拡散層の形成を阻害する。このため、半田濡れ性の低下を防止し、半田濡れ性を低下させず、また、曲げ加工時のクラックの発生が無いばかりか、半導体装置の製造を容易にし、半導体の信頼性を向上する等工業上顕著な効果を奏するものである。

代理人 弁理士 佐 藤 正 年